

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-066503

(43)Date of publication of application : 09.03.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/02

G11B 5/39

(21)Application number : 09-233350

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 14.08.1997

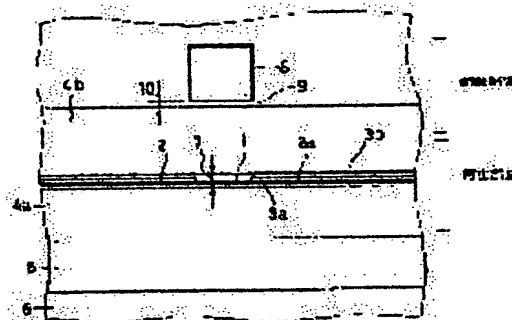
(72)Inventor : AOYAMA TSUTOMU
 HATTORI KAZUHIRO
 MATSUSHITA YOSHITOMO
 SATO TOSHITAKE
 OUCHI KAZUHIRO
 HONDA NAOKI

(54) PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize satisfactory O/W characteristics and resolution by performing recording and reproducing operations for a two-layered magnetic storage medium, in which a soft magnetic back layer of a specific thickness is provided below a magnetic recording layer having perpendicular magnetic anisotropy by using a merge-type magnetoresistance effect type magnetic head which is composed of magnetoresistance effect type devices for reproduction having specific recording gap lengths.

SOLUTION: A soft magnetic back layer (having a thickness of 10 to 50 nm) is provided below a magnetic recording layer having an easily-magnetization axis along a direction perpendicular to a recording surface, thereby obtaining a two-layered magnetic recording medium. A merge-type magnetoresistance effect type magnetic head H has an MR device 1 in a reproducing section R, and an upper recording magnetic pole 8, a read gap 7 and a recording gap 10 of a length of 0.2 to 0.5 μm in a recording portion W. The upper recording magnetic pole 8 disposed in the back end side has a smaller film thickness, and thus a larger saturated magnetic flux density of magnetic pole, than those of an upper shielding layer/a lower recording magnetic pole 4b disposed in the front end side. By performing recording and reproducing operations for the two-layered magnetic storage medium using the magnetic head H, low O/W characteristics of -30 dB or less and resolution of 60% or more are obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-66503

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 1 1 B 5/02
5/39

G 1 1 B 5/02
5/39

B

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-233350

(22) 出願日

平成9年(1997) 8月14日

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社
東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 青山 勉

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72) 発明者 服部 一博

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72) 発明者 松下 慶友

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石井 陽一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録再生方式

(57) 【要約】

【課題】 二層磁気記録媒体にマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドで記録再生を行なう場合であっても、充分なO/W特性と分解能を得ることができる垂直磁気記録再生方式を提供する。

【解決手段】 本発明の垂直磁気記録再生方式は、厚さ10nm以上50nm以下の軟磁性裏打ち層を、垂直磁気異方性を有する磁気記録層の下側に配置した二層磁気記録媒体に、記録ギャップ長が0.2μm以上0.5μm以下の再生用磁気抵抗効果型素子を複合させたマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドで記録再生することを特徴とする。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 厚さ 10 nm 以上 50 nm 以下の軟磁性裏打ち層を、垂直磁気異方性を有する磁気記録層の下側に配置した二層磁気記録媒体に、記録ギャップ長が 0.2 μ m 以上 0.5 μ m 以下の再生用磁気抵抗効果型素子を複合させたマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドで記録再生することを特徴とする垂直磁気記録再生方式。

【請求項 2】 前記磁気ヘッドの後縁側磁極厚が前縁側磁極厚よりも薄く、しかも後縁側磁極の飽和磁束密度が前縁側磁極の飽和磁束密度より大きい請求項 1 の垂直磁気記録再生方式。

【請求項 3】 前記二層磁気記録媒体と前記磁気ヘッドとの磁気的なスペーシングが 60 nm 以下である請求項 1 または 2 の垂直磁気記録再生方式。

【請求項 4】 前記二層磁気記録媒体の磁化容易軸方向の保磁力が 1800 Oe 以上である請求項 1 ~ 3 の何れかの垂直磁気記録再生方式。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、垂直磁気記録再生方式に関し、さらに詳細には、軟磁性裏打ち層を、垂直磁気異方性を有する磁気記録層の下側に配置した二層磁気記録媒体に対してのマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドによる記録再生方式に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気記録における高密度化のために、記録面に垂直な方向に磁化容易軸を持つ垂直磁気記録媒体を用いる垂直磁気記録再生方式が提案されている（岩崎、大内：アイ・イー・イー・イー・トランザクション

オン マグネティクス、エムエージー 14、849

(1987 年) (S. Iwasaki and K. Ouchi: IEEE Trans. Magn., MAG-14, 849 (1987))。垂直磁気記録再生方式は、現在実用化されている長手記録方式と異なり、記録密度が高くなるほど自己減磁作用が小さくなる特徴がある。特に、軟磁性裏打ち層上に形成した CoCr 磁性膜に単磁極ヘッドを用いて記録すると 600 kFCI 以上の高線記録密度域においても再生出力が確認されている。

【0003】 しかしながら、日本応用磁気学会 第 93 回研究会資料の第 75 頁からの「マージ型 MR ヘッドを用いた垂直磁気記録」にも述べられているように、軟磁性裏打ち層を有する二層磁気記録媒体に長手記録用に設計されたマージ型 MR ヘッドを用いて記録再生した場合には、十分なオーバーライト特性（以下、O/W 特性と略する場合がある）は得られるものの、分解能が著しく低下するという問題点があった。また、特開平 8-249601 号公報には、単層媒体に、リーディングエッジ側の飽和磁束密度を高めたリングヘッドを用いて記録した場合には、十分な特性が得られることが述べられてい

るが、更に高密度化し狭トラックした場合には、出力が足りず、より高感度な MR ヘッドによる再生が必要になる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、本発明は、上記二層磁気記録媒体にマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドで記録再生を行なう場合であっても、十分な O/W 特性と分解能を得ることができる垂直磁気記録再生方式を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記の目的は、以下の本発明 (1) ~ (4) により達成される。

(1) 厚さ 10 nm 以上 50 nm 以下の軟磁性裏打ち層を、垂直磁気異方性を有する磁気記録層の下側に配置した二層磁気記録媒体に、記録ギャップ長が 0.2 μ m 以上 0.5 μ m 以下の再生用磁気抵抗効果型素子を複合させたマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドで記録再生することを特徴とする垂直磁気記録再生方式。

(2) 前記磁気ヘッドの後縁側磁極厚が前縁側磁極厚よりも薄く、しかも後縁側磁極の飽和磁束密度が前縁側磁極の飽和磁束密度より大きい上記 (1) の垂直磁気記録再生方式。

(3) 前記二層磁気記録媒体と前記磁気ヘッドとの磁気的なスペーシングが 60 nm 以下である上記 (1) または (2) の垂直磁気記録再生方式。

(4) 前記二層磁気記録媒体の磁化容易軸方向の保磁力が 1800 Oe 以上である上記 (1) ~ (3) のいずれかの垂直磁気記録再生方式。

【0006】

【発明の作用・効果】 本発明によれば、二層磁気記録媒体の軟磁性裏打ち層の膜厚を 10 ~ 50 nm とするとともに、マージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドの記録ギャップ長を 0.2 ~ 0.5 μ m としたことにより、60% 以上の高い分解能と、-30 dB 以下の低い O/W 特性を両立させることができた。

【0007】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の具体的構成について詳細に説明する。

【0008】 本発明は、上記した二層磁気記録媒体に対してマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドで情報を記録再生する垂直磁気記録再生方式であって、60% 以上の高い分解能と、-30 dB 以下の低い O/W 特性を達成するため、上記二層磁気記録媒体の軟磁性裏打ち層の膜厚を 10 nm 以上 50 nm 以下とし、またマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドの記録部の記録ギャップ長を 0.2 μ m 以上 0.5 μ m 以下に設定した。

【0009】 なお、O/W 特性は、始めに記録媒体上に所定の低周波信号 (LF) で記録し、その後、その上に所定の高周波信号 (HF) で上書きし、これを再生した場合の、LF の残留再生信号出力の値とオーバーライト

前のLFの再生信号出力の値との比、すなわち次の式で表される。

O/W 特性 (dB) = LFの残留再生信号出力 / オーバライト前のLFの再生信号出力

【0010】また、分解能は、記録媒体上に所定の低周波信号 (LF) で記録した場合と、所定の高周波信号 (HF) で記録した場合の情報を別個に再生した場合の、HFの再生信号出力の値とLFの再生信号出力の値との比、すなわち次の式で表される。

分解能 (%) = HFの再生信号出力 / LFの再生信号出力

【0011】図1に本発明の垂直磁気記録再生方式に用いられる好ましい構造のマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドの一例を概略平面図で示す。

【0012】この図において、磁気抵抗効果型磁気ヘッドHは、再生部RにMR素子1を有し、このMR素子1の両端には、電極2a、2bが接続されている。上記MR素子1および電極2a、2bの両側には、それぞれ非磁性絶縁層3a、3bが形成され、これらの非磁性絶縁層3a、3b上にはそれぞれ下部および上部シールド磁性層4a、4bが形成されている。以上の再生部Rは、下地層5を介して基板6上に形成されている。

【0013】一方、記録部Wはインダクティブ型薄膜ヘッドとして構成され、再生部Rの上部シールド磁性層4bを記録の下部磁極として共用し、この上部シールド磁性層4b上に設けられた非磁性絶縁層9上に形成された上部記録磁極8を有している。なお、図中、符号7はリードギャップ、符号10は記録ギャップを示す。

【0014】上記MR素子1は、従来構造のいずれのものであってもよいので、これ以上の説明は省略するが、現在のところ、NiFeRh/Ta/NiFeで形成されたMR膜を有するものが一般的である。またスピナル素子を用いてもよい。

【0015】上記電極2a、2bとしては、Ta、Cu等により、500~2000Å程度の膜厚に形成される。

【0016】上記非磁性絶縁層3a、3bとしては、Al₂O₃、SiO₂、SiN、BN、AlN等により、200~2000Å程度の膜厚に形成される。

【0017】上記シールド層4a、4bは、NiFe、FeAlSi、Co系アモルファス合金 (CoZrNb、CoZrMoなど) 等により、1~4μm程度の膜厚に形成される。

【0018】上記下地層5は、Al₂O₃、SiO₂等により、1~10μm程度の膜厚に形成される。

【0019】上記基板6は、AlTiC (Al₂O₃およびTiCを主成分とするセラミック) 等である。

【0020】記録部Wにおいて、非磁性絶縁層9はAl₂O₃、SiO₂等により、0.1~1μm程度の膜厚に形成される。すなわち記録ギャップ長は、0.1μm以

上、1μm以下に設定される。

【0021】また、上記上部記録磁極8は、NiFe、Co系アモルファス合金 (CoTaZr、CoZrNbなど)、FeTa₂N等により、0.5~4μm程度の膜厚に形成される。

【0022】上記上部記録磁極8および上部シールド層 (共通ポール) 4bは、同じ膜厚のものであってもよいが、記録媒体の移動方向に対して後縁側 (トレーリング側) の磁極すなわち上部記録磁極8の方が前縁側 (リーディング側) の磁極すなわち上部シールド層 (共通ポール) 4bより膜厚が小さい方が好ましい。後縁側 (トレーリング側) の磁極の膜厚を1としたとき、前縁側 (リーディング側) の磁極の膜厚は、1~5程度であることが好ましい。また、後縁側 (トレーリング側) の磁極すなわち上部記録磁極8の飽和磁束密度Bsは、前縁側 (リーディング側) の磁極すなわち4bの飽和磁束密度Bsより大きいことが好ましく、具体的には、後縁側 (トレーリング側) の磁極の飽和磁束密度Bsが0.8T~1.8T程度であり、前縁側 (リーディング側) の磁極の飽和磁束密度Bsが0.5T~0.8T程度であり、後縁側 (トレーリング側) の磁極の飽和磁束密度Bsを1としたとき、前縁側 (リーディング側) の磁極の飽和磁束密度Bsは、0.4~1程度であることが好ましい。以上の条件を満たさないときは、分解能およびO/W特性が劣化する傾向がある。

【0023】そして、本発明のマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドHの上記記録ギャップ10の長さは、0.2μm以上0.5μm以下に設定される。記録ギャップ長が上記範囲より小さいと、O/W特性が劣化し、上記範囲より大きいと分解能が劣化する。

【0024】上記二層磁気記録媒体は、厚さが0.5~2mm程度のガラスやアルミニウム製の基板の上に軟磁性裏打ち層および磁気記録層を順次成膜したものである。

【0025】上記磁気記録層はCoCr磁性層、Baフェライト磁性層、Co-γFe₂O₃等の記録面に垂直な方向に磁化容易軸を持つ磁気記録層で、その厚さは、20~200nm程度に設定されることが好ましい。なお、この二層磁気記録媒体の磁化容易軸方向の保磁力は、1800Oe以上であることが好ましい。この保磁力が1800Oe未満になると分解能が劣化する傾向がある。

【0026】上記軟磁性裏打ち層は、NiFe (パーマロイ)、CoZrNb等で、10nm以上50nm以下の範囲の膜厚に形成される。軟磁性裏打ち層の膜厚が、上記の範囲より小さいとO/W特性が劣化し、上記の範囲より大きいと分解能が劣化する。

【0027】本発明の垂直磁気記録再生方式においては、以上説明した二層磁気記録媒体に対して上記のマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドを用いて情報の記録再生が行なわれる。上記磁気ヘッドは、上記記録再生の際、媒体から浮上するタイプのものであり、このとき、上記

二層磁気記録媒体とマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドの磁気的なスペーシングは、60nm以下であることが好ましい。この磁気的なスペーシングが60nmを超えると、分解能およびO/W特性が共に劣化する傾向がある。上記の磁気的なスペーシングは、媒体と磁気ヘッドの対向面に保護膜が形成されている場合、ヘッドの浮上量にこれらの保護膜の膜厚を加えた値となる。

【0028】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例について詳細に説明する。

【0029】実施例1

垂直磁気記録媒体

2.5インチガラスディスク基板上に成膜され、 $Hc \perp = 24000e$ 、膜厚=100nmのCrCo磁性層である磁性記録層を持つ。この磁性記録層の下側には、NiFe膜の軟磁性裏打ち層を、0.10、20、30、40、50、60および100nmと変化させ、それぞれ垂直磁気記録媒体のサンプルNo. M-1、M-2、M-3、M-4、M-5、M-6、M-7およびM-8とした。

【0030】マージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッド

このマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドとしては、記録部の上部磁極（図1の8に相当）および下部磁極（図1の4bに相当）とも飽和磁束密度Bsが0.8TのNiFe膜のものをを用いた。この磁気ヘッドの他の仕様は次の通りとした。

【0031】

上部記録磁極幅 3.2μm
実効MRトラック幅 2.2μm

【0032】

上部記録磁極厚 3.5μm
記録ギャップ長 0.45μm
上部シールド（共通ポール）厚 3.5μm
リードギャップ長 0.27μm
下部シールド厚 1.0μm

【0033】

スライダ形状 負圧正圧併用型
ヘッド浮上量 30nm
磁気的なスペーシング量 50nm

【0034】以上の条件において、LF（16.7kFCI）とHF（100kFCI）の電流をマージ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドの記録部に印加して、分解能とO/W特性を測定した。分解能とO/W特性は上記の式により求めた。結果を表1に示した。

【0035】

【表1】

サンプルNo.	分解能(%)	O/W 特性(dB)
M-1*	65	-27*
M-2	65	-30
M-3	64	-33
M-4	63	-36
M-5	62	-39
M-6	60	-41
M-7*	57*	-42
M-8*	48*	-43

*本発明範囲から外れるもの

【0036】次に、二層磁気記録媒体の軟磁性裏打ち層の膜厚を20nmに固定し、記録ギャップ長を0.1、0.2、0.3、0.4、0.5および0.6μm（それぞれサンプルNo. H-1、H-2、H-3、H-4、H-5およびH-6とした）に変化させた以外は上記と同様にして、分解能とO/W特性は上記の式により求めた。結果を表2に示した。

【0037】

【表2】

サンプルNo.	分解能(%)	O/W 特性(dB)
H-1*	66	-23*
H-2	64	-30
H-3	63	-33
H-4	62	-36
H-5	60	-40
H-6*	55*	-44

*本発明範囲から外れるもの

【0038】以上の結果から本発明の効果が明らかである。

【0039】実施例2

前記磁気ヘッドの後縁側磁極と前縁側磁極の膜厚と飽和磁束密度を種々変化させた以外は上記実施例1と同様にして分解能とO/W特性を測定したところ、前記磁気ヘッドの後縁側磁極厚が前縁側磁極厚よりも薄く、しかも後縁側磁極の飽和磁束密度が前縁側磁極の飽和磁束密度より大きい場合にのみ、分解能およびO/W特性ともに向上する傾向が得られた。

【0040】実施例3

実施例1において、前記二層磁気記録媒体と前記磁気ヘッドとの磁気的なスペーシングの値のみを種々変化させて分解能とO/W特性を測定したところ、この磁気的なスペーシングが60nm以下のとき、分解能およびO/W特性ともに向上する傾向が得られた。

【0041】実施例 4

前記二層磁気記録媒体の磁化容易軸方向の保磁力を種々変化させた以外は実施例 1 と同様にして分解能と O/W 特性を測定したところ、この磁気的スペーシングが 60 nm 以下のとき、分解能および O/W 特性ともに向上する傾向が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの層構成の一例を示す概略平面図である。

【符号の説明】

H 磁気抵抗効果型磁気ヘッド

1 MR 素子

2 a 電極

2 b 電極

3 a 非磁性絶縁層

3 b 非磁性絶縁層

4 a 下部シールド磁性層

4 b 上部シールド磁性層／下部記録磁極（共通ポール）

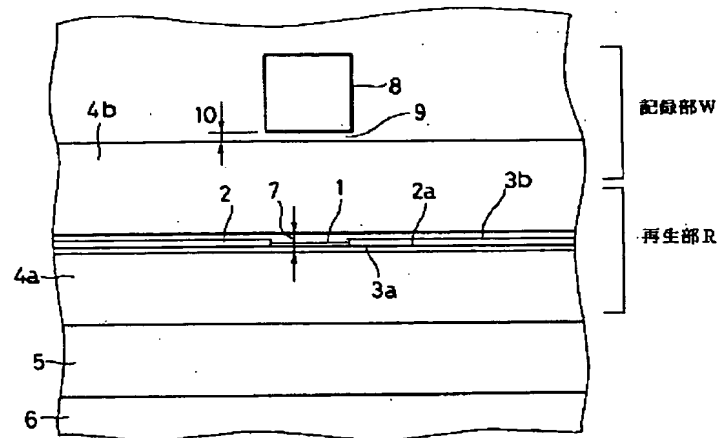
7 リードギャップ

8 上部記録磁極

9 非磁性層

10 記録ギャップ

【図 1】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 勇武
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72)発明者 大内 一弘
秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4-21 秋田県高度技術研究所内
(72)発明者 本多 直樹
秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4-21 秋田県高度技術研究所内